

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-36566  
(P2002-36566A)

(43) 公開日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
B 4 1 J	2/075	B 4 1 J	3/04
	2/085		1 0 4 A
	2/09		2 C 0 5 7
			1 0 4 E

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-228127(P2000-228127)

(22) 出願日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(71) 出願人 000005094

日立工機株式会社

東京都港区港南二丁目15番1号

(72) 発明者 小林 信也

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

(72) 発明者 山田 剛裕

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

(72) 発明者 木田 仁司

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

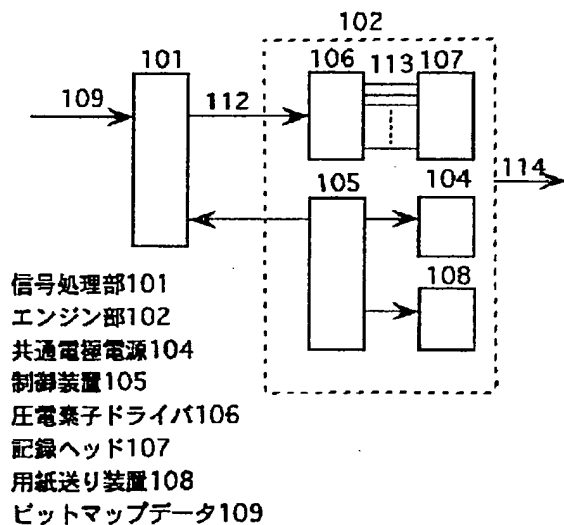
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチノズルインクジェット記録装置及びその記録方法

(57) 【要約】

【課題】 帯電及び偏向電界を使ったインクジェット記録装置は、構造が複雑でマルチノズル化が難しかった。

【解決手段】 すべてのノズルに共通の電極を設け帯電及び偏向電界を同時に生成させる手段と、インク液滴の吐出間隔および周期的帯電電界のパターンを制御する手段を持つため、共通電極による偏向吐出で、すべての格子点上进行記録できるので、高信頼のマルチノズルインクジェット記録装置が実現できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに分離した均一なインク液滴を形成し飛翔させる手段と、前記インク液滴を帯電電界によって帯電させる手段と、前記インク液滴を偏向電界によって飛翔中の向きを偏向させる手段と、すべてのノズルに共通な一対の電極に電圧を印加することによって、ノズル孔付近でインク液滴吐出毎に周期的に変化する帯電電界と、前記電極間で一定の偏向電界とを同時に生成する手段とを備えるマルチノズルインクジェット記録装置において、

偏向吐出するインク液滴の吐出間隔が均等で、かつ吐出されたインク液滴が記録する直交座標系のすべての格子点上に着地するように偏向吐出制御する手段を備えることを特徴とするマルチノズルインクジェット記録装置。

【請求項2】請求項1記載のマルチノズルインクジェット記録装置において、

前記偏向吐出制御する手段は、マルチノズルのノズル列角度、ノズル孔間隔、及び偏向段数に応じて、前記インク液滴を形成し吐出飛翔させる手段におけるインク液滴吐出間隔、及び前記インク液滴吐出毎に周期的に変化する帯電電界を生成する手段における帯電電界波形を制御する手段であることを特徴とするマルチノズルインクジェット記録装置。

【請求項3】互いに分離した均一なインク液滴を形成し吐出飛翔させる手段と、前記インク液滴を帯電電界によって帯電させる手段と、前記インク液滴を偏向電界によって飛翔中の向きを偏向させる手段と、すべてのノズルに共通な一対の電極に電圧を印加することによって、ノズル孔付近でインク液滴吐出毎に周期的に変化する帯電電界と、前記電極間で一定の偏向電界とを同時に生成する手段とを備えるマルチノズルインクジェット記録装置において、

偏向吐出するインク液滴の吐出間隔が均等で、かつ吐出されたインク液滴が記録する直交座標系のすべての格子点上に着地するように、前記各手段を制御することを特徴とするマルチノズルインクジェット記録装置の記録方法。

【請求項4】請求項3記載のマルチノズルインクジェット記録の記録方法において、

マルチノズルの各ノズルが記録する複数の走査線は分散する走査線であることを特徴とするマルチノズルインクジェット記録方法。

【請求項5】請求項3記載のマルチノズルインクジェット記録の記録方法において、

複数の異なるノズルから吐出される複数のインク液滴が直交座標系の同一の格子点上に多重に書込まれることを特徴とするマルチノズルインクジェット記録方法。

【請求項6】請求項3記載のマルチノズルインクジェット記録の記録方法において、

偏向吐出するインク液滴の吐出間隔が均等で、かつ吐出

されたインク液滴が蜂の巣状の非直交座標のすべての格子点上に着地するように制御することを特徴とするマルチノズルインクジェット記録装置の記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチノズルインクジェット記録装置に係り、特にインク液滴帯電電界及び偏向電界によって吐出飛翔する液滴の方向を偏向させることによって、高品位な画像を高信頼で記録可能なマルチノズルインクジェット記録装置及びその記録方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の装置は、特公昭47-7847号公報に開示されているように、互いに分離した均一なインク液滴を形成、吐出するインクジェット記録装置において、ノズルから吐出されたインク液滴を、印字信号に応じて帯電（または荷電）電界によって帯電させ、一定偏向電界によって飛翔中の向きを偏向させ、用紙着地位置を制御したり、または用紙に着地しないように回収するようになっていた。また、高速印字のために、上記ノズルをアレイ状に並べる例も開示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】インクジェット記録装置の高速化にはノズルのアレイ化が有効であることは言うまでもないが、近年の高解像度化によって、ノズル間隔は極めて狭くなってきており、前記従来技術で、そのような微細なノズルを構成することは困難になってきた。つまり、ノズルを高密度にアレイ化する場合、前記電界を発生する電極を、各ノズル毎に独立に設計することが、構造的に困難になるのである。

【0004】そこで、電極が全ノズル共通にできないかという要求が生まれる。共通電極、しかも一直線の簡単な電極で帯電も偏向も共通化ができれば、高密度化が可能になり、コストが低減するだけでなく、インクジェット記録装置の信頼性も格段に向上する。

【0005】しかし、上記共通化には以下のような課題が発生する。

【0006】まず、共通電極の取り付け方向に問題がある。前記従来の装置では、インク液滴を偏向させる方向と、記録用紙の速度方向とは直交している。従って、ノズル列方向を、前記従来の装置のように記録用紙の速度方向に直交して並べれば、各ノズルの偏向電極を共通化することができない。インク液滴を偏向する方向と記録用紙の速度方向とを同じ方向にすると、電極の共通化はできても偏向によるメリットが無くなる。もちろんノズル列方向を記録用紙の速度方向にしたのでは印字できない。

【0007】そこで、どうしてもノズル列方向と記録用紙の速度方向とは、直角及び平行方向を避けてある程度傾けて設計しなければならない。このことは、記録用紙

が静止して、ノズル列が動いて印字する場合も、前記録用紙の速度方向をノズル列の移動方向に置き換えれば同様のことが言える。その際、共通電極の方向は、勿論ノズル列の方向と並行でなければならない。

【0008】次に、その傾ける角度に制限がある点である。上記のごとく偏向電極の方向及びノズル列の方向を傾けた場合、ノズル列の各ノズル位置がずれて、記録座標の格子点を捉えられなくなってしまう。さらに問題は、各ノズルからの偏向方向も傾くため、偏向されたインク液滴の着地位置も同じように記録座標の格子点を捉えなくなる。各ノズルごとの吐出タイミングや偏向量が独立に変えられれば問題はないが、共通電極にする場合、各ノズルごとの吐出タイミングや偏向量は全てのノズルで同一となるため、偏向したインク液滴をすべてのノズルで適切な位置に着地させることは困難であった。

【0009】本発明は、従来の以上のような問題点を解決するもので、その目的とするところは、互いに分離した均一なインク液滴を、帯電電界によって帯電させ、偏向電界によって飛翔中のインク液滴の向きを偏向させるマルチノズルのインクジェット記録装置において、帯電電極も偏向電極も全てのノズルで共通化し、なおかつ、所定の分解能による記録座標の格子点上に正確に記録することのできるマルチノズルインクジェット記録方法及びその装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明においては、互いに分離した均一なインク液滴を形成し飛翔させる手段と、前記インク液滴を帯電電界によって帯電させる手段と、前記インク液滴を偏向電界によって飛翔中の向きを偏向させる手段と、すべてのノズルに共通な一対の電極に電圧を印加することによって、ノズル孔付近でインク液滴吐出毎に周期的に変化する帯電電界と、前記電極間で一定の偏向電界とを同時に生成する手段とを備えるマルチノズルインクジェット記録装置において、偏向吐出するインク液滴の吐出間隔が均等で、かつ吐出されたインク液滴が記録する直交座標系のすべての格子点上に着地するように偏向吐出制御する手段を備えることとした。

【0011】前記偏向吐出制御する手段は、マルチノズルのノズル列角度、ノズル孔間隔、及び偏向段数に応じて、前記インク液滴を形成し吐出飛翔させる手段におけるインク液滴吐出間隔、及び前記インク液滴吐出毎に周期的に変化する帯電電界を生成する手段における帯電電界波形を制御する手段である。

【0012】また、上記課題を解決するため、本発明においては、互いに分離した均一なインク液滴を形成し吐出飛翔させる手段と、前記インク液滴を帯電電界によって帯電させる手段と、前記インク液滴を偏向電界によって飛翔中の向きを偏向させる手段と、すべてのノズルに共通な一対の電極に電圧を印加することによって、ノズル孔付近でインク液滴吐出毎に周期的に変化する帯電電界と、前記電極間で一定の偏向電界とを同時に生成する手段とを備えるマルチノズルインクジェット記録装置において、偏向吐出するインク液滴の吐出間隔が均等で、かつ吐出されたインク液滴が記録する直交座標系のすべての格子点上に着地するように偏向吐出制御する手段を備えることとした。

【0013】ここで、前記マルチノズルの各ノズルが記録する複数の走査線は分散する走査線である。

【0014】なお、複数の異なるノズルから吐出される複数のインク液滴が直交座標系の同一の格子点上に多重に書込まれるよう制御されるか、あるいは偏向吐出するインク液滴の吐出間隔が均等で、かつ吐出されたインク液滴が蜂の巣状の非直交座標のすべての格子点上に着地するように制御される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1～15により説明する。まず、図1～8により本発明に用いるマルチノズルインクジェット記録装置の構成を説明する。

【0016】図1に、本発明を適用したインクジェット記録装置の全体構成を示す。インクジェット記録装置は大別して信号処理部101とエンジン部102に分けられる。エンジン部102にはさらに、制御装置105と圧電素子ドライバ106、記録ヘッド107、共通電極電源104、及び用紙送り装置108がある。

【0017】信号処理部101は、図示しない上位のコンピュータ等から出力された2値のビットマップデータ109を入力する。ビットマップデータ109は、通常、記録ヘッド107の色の数だけ種類があるが、以下本例では1ヘッド分、つまりモノクロでの説明をする。多色（マルチ記録ヘッド107）の場合は、単純に色数が記録ヘッド107分、増えるだけである。信号処理部101は、前記ビットマップデータ109から、記録ヘッド107の各ノズル毎に対応した吐出データ112を作成する。吐出データ112は、各ノズルの位置情報や、偏向インク液滴の偏向情報も考慮され、実際に記録する時間順序に並び替えられている。信号処理部101は一走査分あるいは一ページ分の吐出データ112を一時格納する。

【0018】エンジン部102の制御装置105は、用紙送り装置108及び共通電極電源104を制御する。印刷が開始すると用紙送り装置108によって記録用紙の搬送を開始すると同時に、共通電極電源104によって共通電極（図示せず、後述）に電圧を印加し、ノズル毎共通の帯電電界と偏向電界を作る。その後、用紙の記録位置が記録ヘッド107の位置に来ると、信号処理部101に吐出データ112の出力要求を出す。吐出データ112は、公知の圧電素子ドライバ106に入力され、駆動信号113が記録ヘッド107の各ノズルに印加される。その結果、記録用紙上に記録画像114が形成される。

【0019】ここで、本例では記録ヘッド107が固定で、用紙が動いて走査するタイプを述べるが、用紙が固定で記録ヘッド107が動いて走査するタイプでも相対的に同じことが言える。また本例では記録ヘッド107のノズルに圧電素子を利用したインクジェット記録装置で説明するが、熱を利用して気泡を発生し、この気泡の圧力でインクを吐出する方式等でも同様になりたつ。

【0020】以下、各部分の詳細に付いて説明するが、まずエンジン102の方から説明する。

【0021】図2に、前記記録ヘッド107の各ノズルの構造を示す。201はオリフィス(以下ノズル孔と呼ぶ)、202は加圧室、203は振動板、204は圧電素子、205は信号入力端子、206は圧電素子固定基板、207は共通インク供給路208と加圧室202とを連結し、加圧室202へのインク流量を制御するリストリクタ、209は振動板203と圧電素子204とを連結する弾性材料(例えばシリコン接着剤など)、210は、リストリクタ207を形成するリストリクタプレート、211は加圧室202を形成する加圧室プレート、212はオリフィス201を形成するオリフィスプレート、213は振動板を補強する支持板である。

【0022】振動板203、リストリクタプレート210、加圧室プレート211、支持板213は、例えばステンレス材から作られ、オリフィスプレート212はニッケル材から作られている。また、圧電素子固定基板206は、セラミックス、ポリイミドなどの絶縁物から作られている。

【0023】インクは、上から下に向かって共通インク供給路208、リストリクタ207、加圧室202、ノズル孔201の順に流れる。圧電素子204は信号入力端子205に電圧が印加されているときに伸縮し、されなくなれば変形しないように取り付けられている。

【0024】前記圧電素子ドライバ106からの駆動信号113は信号入力端子205につながっており、駆動信号113に従って、インク液滴がノズル孔201から、理想的にはオリフィスプレート212の法線方向外側に、互いに分離した均一なインク液滴として吐出される。

【0025】図3(1)に、記録ヘッド107の吐出面301(オリフィスプレート212の外側)の構造を示す。本例の記録ヘッド107には前述したノズルが複数作られており、吐出面301には複数のノズル孔201が示される。本記録ヘッド107は一般的な一直線のマルチノズルタイプで、ノズル孔201の間隔は75ノズル/インチ、ノズル孔201の数は128個となっており、直線上に並んでいる。この直線方向をノズル列方向302と呼ぶ。

【0026】以下の説明における解像度は、このノズル孔201の間隔75ノズル/インチのノズル列を使った場合について説明するが、ノズル孔201の間隔は、本発明を限定するものではなく、例えばノズル孔201の間隔150ノズル/インチのノズル列を使えば、以下の説明における解像度が単純に2倍の解像度になるだけである。また、ノズル孔201の数は128個も同様に本発明を限定するもので

はない。

【0027】図3(2)に、図3(1)に示したノズル列を複数使って長尺のノズルを形成する一般的な手法を示す。それぞれのノズル列をy方向に対し角度 $\theta$ だけ傾けてx方向に並べていく。図では、説明のため、ノズル孔を大きく少なく表示しているため図示していないが、隣り合うノズル列のx座標は、通常数ドット分重なるように設置し、取り付け誤差やノズル特性の相違から発生するバンド状の濃度むらの発生を押さえている。このようにすれば、いかなる長尺ノズルも構成できるし、それに対し以下に示す本発明を適用する事ができる。

【0028】図4に、共通電極の構成を示す。図4は、図3と同じ吐出面301を示すが、吐出面301から紙面上手前に数100 $\mu$ mの所に板状あるいは線状の共通電極401及び402が、紙面上ではノズル列方向302を挟んでそれと平行に2個設置されている。そこには数レベルの電圧Vchgを周期的に印加できる交流電源403と電圧Vdef/2を印加できる2個の直流電源404が、図示するように配線されており、電極401にはVchg + Vdef/2が、電極402にはVchg - Vdef/2が印加されている。なお、吐出面301であるオリフィスプレート212は、接地されている。

【0029】図5に、インク液滴の偏向原理を示す。図5は、図4に示す記録ヘッド107をノズル列方向302から見た断面図である。

【0030】まず、共通電極401と402及びオリフィスプレート212によって作られる電界について説明する。ノズル孔201付近の電界E1の向きは、オリフィスプレート212が導体で接地していることから、図中矢印で示すようにオリフィスプレート212に対する法線方向となる。また、吐出する時にインク液滴501にかかる電圧は、電極401及び402からの距離が等しいので、電圧Vchgに比例した大きさとなる。そこで、インク液滴501は、ノズル孔201を吐出する瞬間に、電圧Vchgとは極性が反対で、それに比例した大きさQで帯電することになる。従って電界E1を帯電電界とよぶ。

【0031】吐出後、インク液滴501は、始め帯電電界E1で加速されるが、電極401及び402に挟まれた領域に達すると、図中矢印で示すように電界E2の影響を受ける。電界E2の向きは、電極401及び402の方向、すなわちノズル列方向302に垂直であり、大きさは電圧Vdefに比例する。これにより、インク液滴501は、電界E2の方向に偏向され、用紙502の、偏向無し時に比べ距離cだけずれた位置に着弾する。従って電界E2を偏向電界とよぶ。

【0032】図6に、本偏向原理に基づく偏向結果を示す。本結果は、以下の条件の時に成立する。オリフィスプレート212と用紙502との間隔1.6mm、共通電極401、402とオリフィスプレート212との間隔0.3mm、共通電極401、402y方向厚み0.3mm、共通電極401と402との間隔1mm、偏向電圧Vdef = 400(V)。この時帯電電圧Vchgを200, 100, 0, -100, -200(V)に振った時の用紙502上インク液滴

着地位置の偏向量 $c$ 、及びインク液滴が吐出してから着地するまでの飛行中の平均速度 $V_{av}$ を示す。

【0033】本結果で重要な点は、インク液滴501が吐出してから用紙上502に着弾するまでの飛行時間 $T$ は、実用的な偏向量 $c$ の範囲ににおいて、偏向量 $c$ がかわっても、殆ど変わらないということである。これは偏向量 $c$ が大きい場合は、飛行距離が長くなる反面、帯電量 $Q$ が大きいために帯電電界 $E1$ や偏向電界 $E2$ による加速も大きいため、それらが相殺されて、飛行時間 $T$ が偏向量 $c$ によらなくなるものと考えられる。

【0034】図7に、本記録ヘッド107を使った、エンジン部102の具体的構成を示す。始めに座標系を定義する。記録用紙502は印刷面が紙面手前になっており、 $y$ 軸正方向に移動するものとする。用紙502上には目に見えないが、前記吐出データ112の $x, y$ 方向の分解能( $dx, dy$ )で決められる、記録上の格子が定義される。ここでは格子の $x$ 方向を $x$ 方向走査線701、 $y$ 方向を $y$ 方向走査線702とする。記録ヘッド107から吐出されたインク液滴501は、これら走査線701、702が交差する格子点上に正確に着弾しなければならない。

【0035】記録ヘッド107は、透視図で書いており、吐出面301が紙面に向こう側に向いており、ノズル列方向302が $y$ 方向に対して角度 $\theta$ だけ傾いている。但し、本例では一例として $\tan \theta = 1/4$ としてある。記録ヘッド107は、用紙502の手前側にあり、吐出面301と用紙502は平行で距離が1~2mm離れている。本例は、偏向段数(帯電電界 $E1$ の段数) $n=4$ で、ノズル孔201を、 $x$ 方向距離で4格子分(4  $dx$ )離して設計する。従って、 $y$ 方向ノズル間距離は4  $dx / \tan \theta = 16 dx$ となる。

【0036】本例における具体的な数値を示すと、記録ヘッド107のノズル孔201間隔は75ノズル/インチなので、 $dx=20.5\mu m$ 、つまり解像度は $x$ 方向 $y$ 方向共に1237(ドット/インチ)となる。

【0037】各ノズル孔201からは、4種類の偏向量でインク液滴501が偏向され(偏向段数 $n=4$ )、それぞれ図に示すように用紙502上の着弾位置703に着弾する。ノズル孔201から各着弾位置703までの方向は、前記したようにノズル列方向302に対し直交している。従って、偏向量を帯電電界 $E1$ によって調節すれば、図のように近隣する4本の $y$ 方向走査線701の上に着弾位置703を載せることが可能である。偏向距離 $c$ は、あまり大きくしたくないため、図のようにノズル孔201を挟んで左右に2本ずつ対象に偏向させるものとする。

【0038】前記したように、ノズル孔201は $x$ 方向距離で4格子分(4  $dx$ )離れているが、1つのノズル孔201から4本の $y$ 方向走査線701を記録するため、結果的に全ての $y$ 方向走査線701を記録できることになる。

【0039】図8に、記録中の帯電電界 $E1$ 、吐出データ112及びインク液滴着弾位置703との関係を示す。横軸は時刻を表す。また、 $t_0, t_1, t_2, \dots$ は、用紙502が $y$ 軸方

向に1格子分( $dy$ )進のによする時間であり、これをドット周期とよぶ。本例では偏向段数 $n=4$ なので、更にこれらドット周期を $1/n (=1/4)$ にした偏向ドット周期 $t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}, t_{11}, t_{12}, t_{13}, t_{14}, t_{15}, \dots$ を定義する。偏向電界 $E1$ は、前記したように共通電極401、402にかかる交流電圧 $V_{chg}$ を変化させることによって制御できる。その結果、図示するような階段状のノコギリ波形を作る。

【0040】図8において、時間 $t_0$ における偏向電界 $E1$ の時に、吐出データ112は、格子上の $(x_3, y_0)$ のデータがノズル孔201の圧電素子に加えられる。そのときのノズル孔201とインク液滴着弾位置703を下図に示す。時間 $t_0$ の時は、ノズル列方向302と直交方向右側に偏向し、 $y$ 方向走査線 $x_3$ 上に着弾すると、ちょうどその着弾位置703は格子点 $(x_3, y_0)$ になっている。次に、時間 $t_1$ では、帯電電界 $E1$ が図のように変化し、吐出データ112が $(x_2, y_0)$ になると、用紙502も $y$ 方向に $1/4$ 格子分( $dy/4$ )進むので、着弾位置703は下図左から2つ目のように着弾位置703がちょうど格子点 $(x_2, y_0)$ になる。同様に時間 $t_2, t_3$ の場合も、用紙502が $y$ 方向に $1/4$ 格子分( $dy/4$ )ずつ進むので、着弾位置703は、うまく格子点上に落ちる。さらに時間 $t_4$ 以降も、前記 $t_0 \sim t_3$ の過程を繰り返すことにより結果的に全ての格子点を記録することが可能となる。

【0041】ここで、上記説明ではノズル孔201からインク液滴着弾位置703まで、インク液滴501が飛行する時間(換言すれば用紙移動速度)を無視したが、前記したようにその飛行時間は、偏向量 $c$ によらず一定となるため、上記吐出タイミングを考慮する際に、飛行時間(用紙の移動)を考慮する必要がない。実際には飛行時間分だけ用紙502が $y$ 方向に進むので、全ての着弾位置703は、一定距離 $y$ 軸負方向にずれることを考慮しておけばよい。また、帯電電界 $E1$ のタイミングも、実際には吐出時に、インク液滴501が生成される瞬間、つまりインクが切れる瞬間の時刻を狙って設定されるべきであり、実際は吐出データ112(圧電素子の駆動)から一定時間遅延させることが必要である。これは実験により簡単に求めることができる。

【0042】図7に示した、ノズル列方向302の $y$ 方向に対する傾き角度 $\theta$ は、小さいほど前記偏向量 $c$ が小さくなるため、精度が上がるし電極電圧が下げられて都合がよい。しかし $\theta=0$ ではノズル孔201が $y$ 方向にそろってしまい、印刷幅がとれなくなるし、また $\theta$ があまり小さくても記録ヘッド107の設計や配置に無理が出るので、適度に傾けることが望ましい。しかしながら、共通電極を使った本ヘッドを用いて、図7のようにうまく格子点上に記録することは容易なことではない。

【0043】以下、上記の条件を整理すると共に、それらの条件を満たす設計法について説明する。

【0044】まず、上述した説明にも出てきているが、

必要な用語を定義する。

(1) x方向分解能dx ( $dx>0$ )

(2) y方向分解能dy ( $dy>0$ )

(3) 格子扁平率 $r = dy/dx$  ( $r>0$ )

ここで、通常 $r=1$ であるが、記録ヘッド107を複数並べて使うことも考慮し、 $r=1$ 以外の場合も検討する。

(4) ノズル列方向302の傾き $\theta$ : y軸方向から反時計回り。上下左右の対称性から ( $0<\theta<\pi/2$ ) を考慮すれば十分である。

(5) 偏向段数 $n$  ( $n\geq 2$ )

(6) ノズル孔のx方向間隔; $kx \cdot dx$  ( $kx=1, 2, \dots =n$ )

通常 $kx=n$ であるが、ひとつの格子点を複数のノズルで記録する多重書き込みの場合も考慮し、 $kx<n$ の場合も検討する。

【0045】図9に、幾何学的条件を書き入れた説明図を示す。

【0046】時刻 $T_0$ において、あるノズル孔201の位置が原点0にあり、仮にここでインク液滴501を偏向無しで吐出し、原点0が着弾位置703であると仮定する。前記したように、飛行時間は考慮していないので瞬時に原点0に着弾する。次に時刻 $T_1$ において、ノズル孔201は点 $N_1$ に移動して次のインク液滴501を吐出するとする。本説明では用紙502が止まっており、ノズル孔201がy軸正方向に動くとするが、逆にノズル孔201が止まって、用紙502が動く場合も相対的に考えれば全く同様である。仮に点 $P_1$ が吐出点 $N_1$ に対する着弾位置703であるとする。

【0047】前記したように、飛行時間は考慮していないので瞬時に点 $P_1$ に着弾する。偏向段数が $n$ 段の場合、ノズル孔201がy方向に1格子分( $dy$ )、つまり1ドット分移動する間に $n$ 発吐出しなければならない。また、それがy方向の1格子分( $dy$ )毎に繰り返される。従って、以後、ノズル孔201からの吐出位置は点 $N_2, N_3, \dots, N_{n-1}$ と移動し、着弾位置は点 $P_2, P_3, \dots, P_{n-1}$ まで続くが、次の点 $N_n$ 以降の吐出位置に対する着弾位置の相対的關係は、前記点0から $P_{n-1}$ までの場合を繰り返す。

【0048】本発明を実施するに当たり、以下の条件を満たす必要がある。

【0049】(条件1) 偏向吐出する液滴の吐出間隔が等間隔である。ノズル孔201はy軸正方向に等速度で動くため、吐出間隔とは時間で考えても位置で考えても同じである。ここでは位置で考える。

【0050】偏向段数が $n$ 段の場合、ノズル孔201がy方向に1格子分( $dy$ )、つまり1ドット分移動する間に $n$ 発吐出しなければならない。通常ノズルが安定に吐出できる速度には限界があり、それ以上では飛行速度がばらつきたりして実用的でない。そこで、もし吐出時刻が等間隔であれば、ノズルの最大吐出速度が使えるため、高

速、高解像度の記録が可能になる。従って、吐出位置は以下のように表される。

【0051】 $N_1(0, (1/n) \cdot dy), N_2(0, (2/n) \cdot dy), N_3(0, (3/n) \cdot dy), \dots$

【0052】(条件2) 偏向吐出する方向は、ノズル列方向に直交する。共通電極は構造上、ノズル列の方向に作らなければならない。そこでインク液滴偏向方向はノズル列方向と直交する。前記したように飛行時間は無視できる。

【0053】図9に示すように、方向 $N_1-P_1$ は、ノズル列方向302と直交するから、 $P_1$ を一般に $P_1(x_1 \cdot dx, y_1 \cdot dy)$ 、但し、「 $x_1, y_1$ はここでは実数」とおくと、下記(数1)の通りとなる。

【0054】

【数1】

$$\tan \theta = (y_1 \cdot dy - (1/n) \cdot dy) / (x_1 \cdot dx)$$

$$\tan \theta = r \cdot (y_1 - (1/n)) / x_1$$

【0055】(条件3) 偏向吐出するインク液滴501の着弾位置703( $P_1, P_2, P_3, \dots$ )が全て格子点上である。これは、標本化されたデジタルデータを扱うプリンタでは当然である。この条件は点 $P_1(x_1, y_1)$ が原点以外、かつy軸上以外の格子点上であれば良い。また、実際には偏向量を大きく取れないため原点から遠くに離すことができない。また上下左右の対称性から考えて、第一象限(x軸上を含む)の格子点だけ考えれば十分である。

【0056】図1-0には、後で具体的な設計法を説明するのに必要な点 $P_1$ の位置として、7例を具体的に図示した。しかし勿論、原点とy軸上以外の他の格子点上でもよい。なお、点 $P_1$ が格子点上に乗れば、以降点 $P_2, P_3, \dots, P_{n-1}$ も格子点上に乗るのは明らかである。

【0057】(条件4) 全てのノズル孔201において、偏向タイミングが同一である。本発明では共通電極を使うため、構造上の全てのノズル孔201における帯電電界も偏向電界も同じにならざるを得ない。しかし、全ノズル共通の共通電極により、極めて高信頼な記録ヘッドが実現できる。隣接するノズル間の偏向方向を描えるためには、偏向方向の一周期が、ノズル位置の移動量 $dy$ に相当するため、「ノズル孔のy方向間隔; $ky \cdot dy$ 」の $ky$ が整数であればよい。

【0058】

【数2】

$$ky \cdot dy = kx \cdot dx / \tan \theta$$

$$\tan \theta = (kx / ky) / r$$

【0059】上記(数1)と(数2)から格子扁平率 $r$ が以下のように求まる。

【数3】

$$r \cdot (y1 - (1/n)) / x1 = \pm(kx/ky) / r$$

$$r = ((kx/ky) \cdot (x1 / (y1 - 1/n)))^{0.5} \quad (\text{但し、} y1 \geq 1/n \text{ の時})$$

$$r = (- (kx/ky) \cdot (x1 / (y1 - 1/n)))^{0.5} \quad (\text{但し、} y1 < 1/n \text{ の時})$$

【0060】また、この時のx方向解像度をノズル孔間隔Dによって表すと、下記(数4)の通りとなる。

【数4】

$$dx = D \cdot (kx^2 + (ky \cdot r)^2)^{0.5}$$

【0061】以下、表1～8に、図10の7例を用いて具体的に設計した例を表にして示す。

【0062】表1は点P1が(1・dx, 0・dy)の時、表2は点P1が(1・dx, 1・dy)の時、表3は点P1が(1・dx, 2・dy)の時、表4は点P1が(2・dx, 1・dy)の時、表5は点P1が(2・dx, 3・dy)の時、表6は点P1が(3・dx, 1

・dy)の時、表7は点P1が(3・dx, 2・dy)の時であり、それぞれ偏向段数n (n=2～6)、及びノズル孔間隔kx, kyを振った場合に、上記条件を全て満足する格子扁平率r(数3)、及びノズル列の傾きtanθ(数2)、及びノズル孔間隔が75dpi (D=339μm)のアレイノズルで設計した場合のx方向解像度1/dx (dpi)を示す。y方向解像度は1/(r・dx) (dpi)となる。

【0063】表1：点P1が(1・dx, 0・dy)の時の具体的に設計した例

【表1】

P1(1・dx, 0・dy)の場合																
格子扁平率r																
偏向段数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
ノズル間隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5		
ノズル列の傾きtanθ																
1	1.414	2	1.732	2.449	3	2	2.828	3.464	4	2.236	3.162	3.873	4.472	5		
2	1	1.414	1.225	1.732	2.121	1.414	2	2.449	2.828	1.581	2.236	2.739	3.162	3.536		
3	0.816	1.155	1	1.414	1.732	1.155	1.633	2	2.309	1.291	1.826	2.236	2.582	2.887		
4	0.707	1	0.866	1.225	1.5	1	1.414	1.732	2	1.118	1.581	1.936	2.236	2.5		
5	0.632	0.894	0.775	1.095	1.342	0.894	1.265	1.549	1.789	1	1.414	1.732	2	2.236		
6	0.577	0.816	0.707	1	1.225	0.816	1.155	1.414	1.633	0.913	1.291	1.581	1.826	2.041		
7	0.535	0.756	0.655	0.926	1.134	0.756	1.069	1.309	1.512	0.845	1.195	1.484	1.69	1.89		
8	0.5	0.707	0.612	0.866	1.061	0.707	1	1.225	1.414	0.791	1.118	1.369	1.581	1.768		
9	0.471	0.667	0.577	0.816	1	0.667	0.943	1.155	1.333	0.745	1.054	1.291	1.491	1.667		
10	0.447	0.632	0.548	0.775	0.949	0.632	0.894	1.095	1.265	0.707	1	1.225	1.414	1.581		
16	0.354	0.5	0.433	0.612	0.75	0.5	0.707	0.866	1	0.559	0.791	0.968	1.118	1.25		
ノズル列の傾きtanθ																
1	0.707	1	0.577	0.816	1	0.5	0.707	0.866	1	0.447	0.632	0.775	0.894	1		
2	0.5	0.707	0.408	0.577	0.707	0.354	0.5	0.612	0.707	0.316	0.447	0.548	0.632	0.707		
3	0.408	0.577	0.333	0.471	0.577	0.289	0.408	0.5	0.577	0.258	0.385	0.447	0.516	0.577		
4	0.354	0.5	0.289	0.408	0.5	0.25	0.354	0.433	0.5	0.224	0.316	0.387	0.447	0.5		
5	0.316	0.447	0.258	0.365	0.447	0.224	0.316	0.387	0.447	0.2	0.283	0.346	0.4	0.447		
6	0.289	0.408	0.236	0.333	0.408	0.204	0.289	0.354	0.408	0.183	0.258	0.316	0.385	0.408		
7	0.267	0.378	0.218	0.309	0.378	0.189	0.267	0.327	0.378	0.169	0.239	0.293	0.338	0.378		
8	0.25	0.354	0.204	0.289	0.354	0.177	0.25	0.306	0.354	0.158	0.224	0.274	0.316	0.354		
9	0.236	0.333	0.192	0.272	0.333	0.167	0.236	0.289	0.333	0.149	0.211	0.258	0.298	0.333		
10	0.224	0.316	0.183	0.258	0.316	0.158	0.224	0.274	0.316	0.141	0.2	0.245	0.283	0.316		
16	0.177	0.25	0.144	0.204	0.25	0.125	0.177	0.217	0.25	0.112	0.158	0.194	0.224	0.25		
x方向解像度(75dpiアレイノズル相当)																
1	129.9	212.1	150	237.2	318.2	187.7	259.8	343.7	424.3	183.7	280.6	367.4	450	530.3		
2	167.7	259.8	188.4	300	389.7	225	335.4	430.8	519.6	248.7	367.4	468.4	561.2	649.5		
3	198.4	300	237.2	351.8	450	270.4	386.9	503.1	600	300	437.3	551.1	653.8	750		
4	225	335.4	270.4	396.9	503.1	309.2	450	588.2	670.8	343.7	497.5	623	734.8	838.5		
5	248.7	367.4	300	437.3	551.1	343.7	497.5	623	734.8	382.4	551.1	687.4	807.8	918.6		
6	270.4	396.9	326.9	474.3	595.3	375	540.8	675	793.7	417.8	600	746.2	874.6	982.2		
7	290.5	424.3	351.8	508.7	636.4	403.9	580.9	723.3	848.5	450	645.2	800.8	936.7	1061		
8	309.2	450	375	540.8	675	430.8	618.5	768.5	900	480.2	687.4	851.8	995	1125		
9	326.9	474.3	396.9	571.2	711.5	456.2	653.8	811.2	948.7	508.7	727.2	900	1050	1186		
10	343.7	497.5	417.8	600	746.2	480.2	687.4	851.8	995	535.6	764.9	945.7	1102	1244		
16	430.8	618.5	525	750	927.7	604.7	861.7	1063	1237	675	960.5	1183	1375	1546		

【0064】表2：点P1が(1・dx, 1・dy)の時の具体的に設計した例

【表2】

PI(1\* dx, 1\* dy)の場合  
格子扁平率r

偏向段数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
ノズル間隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
1	1.414	2	1.225	1.732	2.121	1.155	1.633	2	2.309	1.118	1.581	1.936	2.236	2.5	
2	1	1.414	0.866	1.225	1.5	0.816	1.155	1.414	1.633	0.791	1.118	1.389	1.581	1.768	
3	0.816	1.155	0.707	1	1.225	0.667	0.943	1.155	1.333	0.645	0.913	1.118	1.291	1.443	
4	0.707	1	0.612	0.866	1.061	0.577	0.816	1	1.155	0.559	0.791	0.988	1.118	1.25	
5	0.632	0.894	0.548	0.775	0.940	0.516	0.73	0.894	1.033	0.5	0.707	0.866	1	1.118	
6	0.577	0.816	0.5	0.707	0.866	0.471	0.667	0.816	0.943	0.456	0.645	0.791	0.913	1.021	
7	0.535	0.756	0.463	0.655	0.802	0.436	0.617	0.756	0.873	0.423	0.598	0.732	0.845	0.945	
8	0.5	0.707	0.433	0.612	0.75	0.408	0.577	0.707	0.816	0.395	0.559	0.685	0.791	0.884	
9	0.471	0.667	0.408	0.577	0.707	0.385	0.544	0.667	0.77	0.373	0.527	0.645	0.745	0.833	
10	0.447	0.632	0.387	0.548	0.671	0.365	0.516	0.632	0.73	0.354	0.5	0.612	0.707	0.791	

ノズル列の傾きtanθ

1	0.707	1	0.816	1.155	1.414	0.866	1.225	1.5	1.732	0.894	1.265	1.549	1.789	2
2	0.5	0.707	0.577	0.816	1	0.612	0.866	1.061	1.225	0.632	0.894	1.095	1.265	1.414
3	0.408	0.577	0.471	0.667	0.816	0.5	0.707	0.866	1	0.516	0.73	0.894	1.033	1.155
4	0.354	0.5	0.408	0.577	0.707	0.433	0.612	0.75	0.866	0.447	0.632	0.775	0.894	1
5	0.316	0.447	0.365	0.516	0.632	0.387	0.548	0.671	0.775	0.4	0.566	0.693	0.8	0.894
6	0.289	0.408	0.333	0.471	0.577	0.354	0.5	0.612	0.707	0.365	0.516	0.632	0.73	0.816
7	0.267	0.378	0.309	0.436	0.535	0.327	0.463	0.567	0.655	0.338	0.478	0.586	0.676	0.756
8	0.25	0.354	0.289	0.408	0.5	0.306	0.433	0.53	0.612	0.316	0.447	0.548	0.632	0.707
9	0.236	0.333	0.272	0.385	0.471	0.289	0.408	0.5	0.577	0.298	0.422	0.516	0.596	0.667
10	0.224	0.316	0.258	0.365	0.447	0.274	0.387	0.474	0.548	0.283	0.4	0.49	0.566	0.632

x方向解像度(75dpiアレイノズル相当)

1	129.9	212.1	118.6	198.4	275.6	114.6	193.6	270.4	346.4	112.5	191.2	267.8	343.7	419.3
2	167.7	259.8	150	237.2	318.2	143.6	229.1	309.2	387.3	140.3	225	304.7	382.4	459.3
3	198.4	300	175.9	270.4	355.8	167.7	259.8	343.7	424.3	163.5	254.3	337.5	417.6	496.1
4	225	335.4	198.4	300	389.7	188.7	287.2	375	458.3	183.7	280.6	367.4	450	530.3
5	248.7	367.4	218.7	326.9	420.9	207.7	312.2	403.9	489.9	201.9	304.7	395.1	480.2	562.5
6	270.4	396.9	237.2	351.8	450	225	335.4	430.8	519.6	218.7	326.9	420.9	508.7	592.9
7	290.5	424.3	254.3	375	477.3	241.1	357.1	456.2	547.7	234.2	347.8	445.3	535.6	621.9
8	309.2	450	270.4	396.9	503.1	256.2	377.5	480.2	574.5	248.7	367.4	468.4	561.2	649.5
9	326.9	474.3	285.6	417.6	527.7	270.4	396.9	503.1	600	262.5	386.1	490.4	585.8	676
10	343.7	497.5	300	437.3	551.1	283.9	415.3	525	624.5	275.6	403.9	511.4	609.3	701.6

【0065】表3：点P1が(1・dx, 2・dy)の時の具体的に設計した例

【表3】



P1(1*dx, 2*dy)															
格子面平均															
偏向段数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
ノズル間隔	ノズル間隔														
隔ky	隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
1		0.816	1.155	0.775	1.095	1.342	0.756	1.069	1.309	1.512	0.745	1.054	1.291	1.491	1.667
2		0.577	0.816	0.548	0.775	0.949	0.535	0.756	0.926	1.069	0.527	0.745	0.913	1.054	1.179
3		0.471	0.667	0.447	0.632	0.775	0.436	0.617	0.756	0.873	0.43	0.609	0.745	0.861	0.962
4		0.408	0.577	0.387	0.548	0.671	0.378	0.535	0.655	0.756	0.373	0.527	0.645	0.745	0.833
5		0.365	0.516	0.346	0.49	0.6	0.338	0.478	0.586	0.676	0.333	0.471	0.577	0.667	0.745
6		0.333	0.471	0.316	0.447	0.548	0.309	0.436	0.535	0.617	0.304	0.43	0.527	0.609	0.68
7		0.309	0.436	0.293	0.414	0.507	0.286	0.404	0.495	0.571	0.282	0.398	0.488	0.563	0.63
8		0.289	0.408	0.274	0.387	0.474	0.267	0.378	0.463	0.535	0.264	0.373	0.456	0.527	0.589
9		0.272	0.385	0.258	0.365	0.447	0.252	0.358	0.436	0.504	0.248	0.351	0.43	0.497	0.556
10		0.258	0.365	0.245	0.346	0.424	0.239	0.338	0.414	0.478	0.236	0.333	0.408	0.471	0.527
ノズル列の傾きtanδ															
1		1.225	1.732	1.291	1.826	2.236	1.323	1.871	2.291	2.646	1.342	1.897	2.324	2.683	3
2		0.866	1.225	0.913	1.291	1.581	0.935	1.323	1.62	1.871	0.949	1.342	1.643	1.897	2.121
3		0.707	1	0.745	1.054	1.291	0.764	1.08	1.323	1.528	0.775	1.095	1.342	1.549	1.732
4		0.612	0.866	0.645	0.913	1.118	0.661	0.935	1.146	1.323	0.671	0.949	1.162	1.342	1.5
5		0.548	0.775	0.577	0.816	1	0.592	0.837	1.025	1.183	0.6	0.849	1.039	1.2	1.342
6		0.5	0.707	0.527	0.745	0.913	0.54	0.764	0.935	1.08	0.548	0.775	0.949	1.095	1.225
7		0.463	0.655	0.488	0.69	0.845	0.5	0.707	0.866	1	0.507	0.717	0.878	1.014	1.134
8		0.433	0.612	0.456	0.645	0.791	0.468	0.661	0.81	0.935	0.474	0.671	0.822	0.949	1.061
9		0.408	0.577	0.43	0.609	0.745	0.441	0.624	0.764	0.882	0.447	0.632	0.775	0.894	1
10		0.387	0.548	0.408	0.577	0.707	0.418	0.592	0.725	0.837	0.424	0.6	0.735	0.849	0.949
x方向解像度(75dpi)ノズル相当															
1		96.82	173.2	94.87	171	246.5	94.02	170.1	245.5	320.7	93.54	169.6	244.9	320.2	395.3
2		114.6	193.8	111.2	189.7	266.2	109.8	188	264.4	340.2	109	187.1	263.4	339.1	414.6
3		129.9	212.1	125.5	206.8	294.6	123.6	204.4	282.1	358.6	122.5	203.1	280.6	357.1	433
4		143.6	229.1	138.3	222.5	301.9	135.9	219.6	298.7	376.1	134.6	217.9	296.9	374.2	450.7
5		156.1	244.9	150	237.2	318.2	147.3	233.8	314.4	392.8	145.8	231.8	312.2	390.5	467.7
6		167.7	259.8	160.9	251	333.7	157.8	247.1	329.4	408.8	156.1	244.9	326.9	406.2	484.1
7		178.5	273.9	171	264.1	348.6	167.7	259.8	343.7	424.3	165.8	257.4	341	421.3	500
8		188.7	287.2	180.6	276.6	362.8	177	271.9	357.4	439.2	175	269.3	354.4	435.9	515.4
9		198.4	300	189.7	288.5	376.5	185.9	283.5	370.7	453.6	183.7	280.6	367.4	450	530.3
10		207.7	312.2	198.4	300	389.7	194.3	294.6	383.5	467.5	192	291.5	380	463.7	544.9

【0066】表4：点P1が(2・dx, 1・dy)の時の具体的に設計した例

【表4】

P1 (2 \* dx, dy)

格子扁平率

偏向段数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5
ノズル間隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
1	2.828	1.732	2.449	3	1.633	2.309	2.828	3.266	1.581	2.236	2.739	3.162	3.536	
2	1.414	2	1.225	1.732	2.121	1.155	1.633	2	2.309	1.118	1.581	1.936	2.236	2.5
3	1.155	1.633	1	1.414	1.732	0.943	1.333	1.633	1.886	0.913	1.291	1.581	1.826	2.041
4	1	1.414	0.866	1.225	1.5	0.816	1.155	1.414	1.633	0.791	1.118	1.369	1.581	1.768
5	0.894	1.265	0.775	1.085	1.342	0.73	1.033	1.265	1.461	0.707	1	1.225	1.414	1.581
6	0.816	1.155	0.707	1	1.225	0.667	0.943	1.155	1.333	0.645	0.913	1.118	1.291	1.443
7	0.756	1.069	0.655	0.926	1.134	0.617	0.873	1.069	1.234	0.598	0.845	1.035	1.195	1.336
8	0.707	1	0.612	0.866	1.061	0.577	0.816	1	1.155	0.559	0.791	0.968	1.118	1.25
9	0.667	0.943	0.577	0.816	1	0.544	0.77	0.943	1.089	0.527	0.745	0.913	1.054	1.179
10	0.632	0.894	0.548	0.775	0.949	0.516	0.73	0.894	1.033	0.5	0.707	0.866	1	1.118

ノズル列の傾きtanθ

1	0.5	0.707	0.577	0.816	1	0.612	0.866	1.061	1.225	0.632	0.894	1.095	1.265	1.414
2	0.354	0.5	0.408	0.577	0.707	0.433	0.612	0.75	0.866	0.447	0.632	0.775	0.894	1
3	0.289	0.408	0.333	0.471	0.577	0.354	0.5	0.612	0.707	0.365	0.516	0.632	0.73	0.816
4	0.25	0.354	0.289	0.408	0.5	0.306	0.433	0.53	0.612	0.316	0.447	0.548	0.632	0.707
5	0.224	0.316	0.258	0.365	0.447	0.274	0.387	0.474	0.548	0.283	0.4	0.49	0.566	0.632
6	0.204	0.289	0.236	0.333	0.408	0.25	0.354	0.433	0.5	0.258	0.365	0.447	0.516	0.577
7	0.189	0.267	0.218	0.309	0.378	0.231	0.327	0.401	0.463	0.239	0.338	0.414	0.478	0.535
8	0.177	0.25	0.204	0.289	0.354	0.217	0.306	0.375	0.433	0.224	0.316	0.387	0.447	0.5
9	0.167	0.236	0.192	0.272	0.333	0.204	0.289	0.354	0.408	0.211	0.298	0.365	0.422	0.471
10	0.158	0.224	0.183	0.258	0.316	0.194	0.274	0.335	0.387	0.2	0.283	0.346	0.4	0.447

x方向解像度(75dpiアレイノズル相当)

1	167.7	259.8	150	237.2	318.2	143.6	229.1	309.2	387.3	140.3	225	304.7	382.4	459.3
2	225	335.4	188.4	300	389.7	188.7	287.2	375	458.3	183.7	280.6	367.4	450	530.3
3	270.4	396.9	237.2	351.8	450	225	335.4	430.8	519.6	218.7	326.9	420.9	508.7	592.9
4	309.2	450	270.4	396.9	503.1	256.2	377.5	480.2	574.5	248.7	367.4	468.4	561.2	649.5
5	343.7	497.5	300	437.3	551.1	283.9	415.3	525	624.5	275.6	403.9	511.4	609.3	701.6
6	375	540.8	326.9	474.3	595.3	309.2	450	565.2	670.8	300	437.3	551.1	653.8	750
7	403.9	580.9	351.8	508.7	636.4	332.6	482.2	604.7	714.1	322.6	468.4	582.2	695.5	795.5
8	430.8	618.5	375	540.8	675	354.4	512.3	640.8	755	343.7	497.5	623	734.8	838.5
9	456.2	653.8	396.9	571.2	711.5	375	540.8	675	793.7	363.6	525	656	772.2	879.5
10	480.2	687.4	417.5	600	746.2	394.5	567.9	707.5	830.7	382.4	551.1	687.4	807.8	918.6

【0067】表5：点P1が(2・dx, 3・dy)の時の具体的に設計した例

【表5】

PI (2 \* dx, 3 \* dy) の場合  
格子厚率  $r$

偏向段数 $n$	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5
ノズル間隔 $k_y$	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
1	0.894	1.265	0.866	1.225	1.5	0.853	1.208	1.477	1.708	0.845	1.195	1.464	1.69	1.89
2	0.632	0.894	0.612	0.866	1.061	0.603	0.853	1.044	1.206	0.598	0.845	1.035	1.195	1.338
3	0.516	0.73	0.5	0.707	0.866	0.492	0.698	0.853	0.985	0.488	0.69	0.845	0.976	1.091
4	0.447	0.632	0.433	0.612	0.75	0.426	0.603	0.739	0.853	0.423	0.598	0.732	0.845	0.945
5	0.4	0.566	0.387	0.548	0.671	0.381	0.539	0.661	0.783	0.378	0.535	0.655	0.756	0.845
6	0.365	0.516	0.354	0.5	0.612	0.348	0.492	0.603	0.696	0.345	0.488	0.598	0.69	0.772
7	0.338	0.478	0.327	0.463	0.587	0.322	0.456	0.558	0.645	0.319	0.452	0.553	0.639	0.714
8	0.318	0.447	0.306	0.433	0.53	0.302	0.426	0.522	0.603	0.299	0.423	0.518	0.598	0.668
9	0.299	0.422	0.289	0.408	0.5	0.284	0.402	0.492	0.569	0.282	0.398	0.488	0.563	0.63
10	0.283	0.4	0.274	0.387	0.474	0.27	0.381	0.467	0.539	0.267	0.378	0.463	0.535	0.598

ノズル列の傾き  $\tan \theta$ 

1	1.118	1.581	1.155	1.633	2	1.173	1.658	2.031	2.345	1.183	1.673	2.049	2.366	2.646
2	0.791	1.118	0.816	1.155	1.414	0.829	1.173	1.435	1.658	0.837	1.183	1.449	1.673	1.871
3	0.645	0.913	0.667	0.943	1.155	0.677	0.957	1.173	1.354	0.683	0.966	1.183	1.366	1.528
4	0.559	0.791	0.577	0.816	1	0.586	0.829	1.016	1.173	0.592	0.837	1.025	1.183	1.323
5	0.5	0.707	0.516	0.73	0.894	0.524	0.742	0.908	1.049	0.529	0.748	0.917	1.058	1.183
6	0.456	0.645	0.471	0.667	0.816	0.479	0.677	0.829	0.957	0.483	0.683	0.837	0.966	1.08
7	0.423	0.598	0.436	0.617	0.756	0.443	0.627	0.763	0.886	0.447	0.632	0.775	0.894	1
8	0.395	0.559	0.408	0.577	0.707	0.415	0.586	0.718	0.829	0.418	0.592	0.725	0.837	0.935
9	0.373	0.527	0.385	0.544	0.667	0.391	0.553	0.677	0.782	0.394	0.558	0.683	0.789	0.882
10	0.354	0.5	0.365	0.516	0.632	0.371	0.524	0.642	0.742	0.374	0.529	0.648	0.748	0.837

x方向解像度 (75dpiアレインズル相当)

1	100.6	177.5	99.22	175.9	251.6	98.57	175.2	250.8	326.1	98.2	174.7	250.4	325.7	400.9
2	120.9	201.2	118.6	198.4	275.6	117.5	197.1	274.2	350.3	116.9	196.4	273.4	349.5	425.2
3	138.3	222.5	135.2	218.7	297.6	133.8	216.9	295.7	372.9	133	215.9	294.6	371.8	448.2
4	153.7	241.9	150	237.2	318.2	148.3	235	315.8	394.3	147.3	233.8	314.4	392.8	470.1
5	167.7	259.8	163.5	254.3	337.5	161.5	251.8	334.6	414.5	160.4	250.4	333	412.7	491
6	180.6	276.6	175.9	270.4	355.8	173.7	267.6	352.5	433.8	172.4	265.9	350.6	431.8	511
7	192.7	292.4	187.5	285.6	373.1	185.1	282.4	369.5	452.3	183.7	280.6	367.4	450	530.3
8	204	307.4	198.4	300	389.7	195.8	296.6	385.8	470	194.3	284.6	383.5	467.5	548.9
9	214.8	321.7	208.8	313.7	405.6	206	310.1	401.3	487.1	204.4	307.9	398.9	484.4	566.9
10	225	335.4	218.7	326.9	420.9	215.7	323	416.4	503.6	214	320.7	413.7	500.7	584.4

【0068】表6：点P1が(3・dx, 1・dy)の時の具体的に設計した例

【表6】

PI (3 \* dx, dy) の場合

格子扁平率 $r$ 

偏向段数 $n$	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5		
ノズル間隔 $k_y$	ノズル間隔 $k_x$	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
1		2.449	3.464	2.121		3	3.674	2	2.828	3.464	4	1.936	2.739	3.354	3.873	4.33
2		1.732	2.449	1.5	2.121	2.598	1.414	2	2.449	2.828	1.369	1.936	2.372	2.739	3.062	
3		1.414	2	1.225	1.732	2.121	1.155	1.633	2	2.309	1.118	1.581	1.936	2.236	2.5	
4		1.225	1.732	1.061	1.5	1.837	1	1.414	1.732	2	0.968	1.369	1.677	1.936	2.165	
5		1.095	1.549	0.949	1.342	1.643	0.894	1.265	1.549	1.789	0.866	1.225	1.5	1.732	1.936	
6		1	1.414	0.866	1.225	1.5	0.816	1.155	1.414	1.633	0.791	1.118	1.369	1.581	1.768	
7		0.926	1.309	0.802	1.134	1.389	0.756	1.069	1.309	1.512	0.732	1.035	1.268	1.484	1.637	
8		0.866	1.225	0.75	1.061	1.299	0.707	1	1.225	1.414	0.685	0.968	1.186	1.369	1.531	
9		0.816	1.155	0.707	1	1.225	0.667	0.943	1.155	1.333	0.645	0.913	1.118	1.291	1.443	
10		0.775	1.095	0.671	0.949	1.162	0.632	0.894	1.095	1.265	0.612	0.866	1.061	1.225	1.369	

ノズル列の傾き $\tan \theta$ 

1		0.408	0.577	0.471	0.667	0.816	0.5	0.707	0.866	1	0.516	0.73	0.894	1.033	1.155
2		0.289	0.408	0.333	0.471	0.577	0.354	0.5	0.612	0.707	0.365	0.516	0.632	0.73	0.816
3		0.236	0.333	0.272	0.385	0.471	0.289	0.408	0.5	0.577	0.298	0.422	0.516	0.598	0.667
4		0.204	0.289	0.236	0.333	0.408	0.25	0.354	0.433	0.5	0.258	0.385	0.447	0.516	0.577
5		0.183	0.258	0.211	0.298	0.365	0.224	0.316	0.387	0.447	0.231	0.327	0.4	0.462	0.516
6		0.167	0.236	0.192	0.272	0.333	0.204	0.289	0.354	0.408	0.211	0.298	0.365	0.422	0.471
7		0.154	0.218	0.178	0.252	0.309	0.189	0.267	0.327	0.378	0.195	0.276	0.338	0.39	0.436
8		0.144	0.204	0.167	0.236	0.289	0.177	0.25	0.306	0.354	0.183	0.258	0.316	0.365	0.408
9		0.136	0.192	0.157	0.222	0.272	0.167	0.236	0.289	0.333	0.172	0.243	0.298	0.344	0.385
10		0.129	0.183	0.149	0.211	0.258	0.158	0.224	0.274	0.316	0.163	0.231	0.283	0.327	0.365

\*方向解像度(75dot/レイノズル相当)

1		198.4	300	175.9	270.4	355.8	167.7	259.8	343.7	424.3	163.5	254.3	337.5	417.6	496.1
2		270.4	398.9	237.2	351.8	450	225	335.4	430.8	518.6	218.7	326.9	420.9	508.7	592.8
3		326.9	474.3	285.6	417.6	527.7	270.4	396.9	503.1	600	262.5	386.1	490.4	585.8	676
4		375	540.8	326.9	474.3	595.3	309.2	450	566.2	670.8	300	437.3	551.1	653.8	750
5		417.6	600	363.6	525	656	343.7	497.5	623	734.8	333.3	483.2	605.8	715.5	817.3
6		456.2	653.8	396.9	571.2	711.5	375	540.8	675	793.7	363.6	525	656	772.2	879.5
7		491.8	703.6	427.6	613.9	763	403.9	580.9	723.3	848.5	391.5	563.7	702.6	825	937.5
8		525	750	456.2	653.8	811.2	430.8	618.5	768.5	900	417.6	600	746.2	874.6	992.2
9		556.2	793.7	483.2	691.5	858.8	456.2	653.8	811.2	948.7	442.1	634.2	787.5	921.6	1044
10		585.8	835.2	508.7	727.2	900	480.2	687.4	851.8	995	465.4	666.6	826.7	966.3	1093

【0069】表7: 点P1が(3 \* dx, 2 \* dy)の時の具体的に設計した例 【表7】

P1 (3 \* dx, 2 \* dy) の場合

格子扁平率r

偏向次数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5
ノズル間隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
ノズル間隔kx														
1	1.414	2	1.342	1.897	2.324	1.309	1.852	2.288	2.619	1.291	1.826	2.236	2.582	2.897
2	1	1.414	0.949	1.342	1.843	0.926	1.309	1.604	1.852	0.913	1.291	1.581	1.826	2.041
3	0.816	1.155	0.775	1.095	1.342	0.756	1.069	1.309	1.512	0.745	1.054	1.291	1.491	1.667
4	0.707	1	0.671	0.949	1.162	0.655	0.926	1.134	1.309	0.645	0.913	1.118	1.291	1.443
5	0.632	0.894	0.6	0.849	1.039	0.586	0.828	1.014	1.171	0.577	0.816	1	1.155	1.291
6	0.577	0.816	0.548	0.775	0.949	0.535	0.756	0.926	1.069	0.527	0.745	0.913	1.054	1.179
7	0.535	0.756	0.507	0.717	0.878	0.495	0.7	0.857	0.99	0.488	0.69	0.845	0.976	1.091
8	0.5	0.707	0.474	0.671	0.822	0.463	0.655	0.802	0.926	0.456	0.645	0.791	0.913	1.021
9	0.471	0.667	0.447	0.632	0.775	0.436	0.617	0.756	0.873	0.43	0.609	0.745	0.861	0.962
10	0.447	0.632	0.424	0.6	0.735	0.414	0.588	0.717	0.828	0.408	0.577	0.707	0.816	0.913

ノズル列の傾きtanθ

1	0.707	1	0.745	1.054	1.291	0.764	1.08	1.323	1.528	0.775	1.095	1.342	1.549	1.732
2	0.5	0.707	0.527	0.745	0.913	0.54	0.764	0.935	1.08	0.548	0.775	0.949	1.095	1.225
3	0.408	0.577	0.43	0.609	0.745	0.441	0.624	0.764	0.882	0.447	0.632	0.775	0.894	1
4	0.354	0.5	0.373	0.527	0.645	0.382	0.54	0.661	0.764	0.387	0.548	0.671	0.775	0.866
5	0.316	0.447	0.333	0.471	0.577	0.342	0.483	0.592	0.683	0.346	0.49	0.6	0.693	0.775
6	0.289	0.408	0.304	0.43	0.527	0.312	0.441	0.54	0.624	0.316	0.447	0.548	0.632	0.707
7	0.267	0.378	0.282	0.398	0.498	0.289	0.408	0.5	0.577	0.293	0.414	0.507	0.586	0.655
8	0.25	0.354	0.264	0.373	0.456	0.27	0.382	0.468	0.54	0.274	0.387	0.474	0.548	0.612
9	0.236	0.333	0.248	0.351	0.43	0.255	0.36	0.441	0.509	0.258	0.365	0.447	0.516	0.577
10	0.224	0.316	0.236	0.333	0.408	0.242	0.342	0.418	0.483	0.245	0.346	0.424	0.49	0.548

x方向解像度(75dpiアレイノズル相当)

1	129.9	212.1	125.5	206.8	284.6	123.8	204.4	282.1	358.6	122.5	203.1	280.6	357.1	433
2	167.7	259.8	160.9	251	333.7	157.8	247.1	329.4	408.8	156.1	244.9	326.9	406.2	484.1
3	198.4	300	189.7	288.5	376.5	185.9	283.5	370.7	453.6	183.7	280.8	367.4	450	530.3
4	225	335.4	214.8	321.7	414.9	210.2	315.7	407.8	494.3	207.7	312.2	403.9	489.9	572.8
5	248.7	367.4	237.2	351.8	450	232	344.9	441.9	531.8	229.1	341	437.3	526.8	612.4
6	270.4	398.9	257.6	379.5	482.6	252	371.8	473.5	566.9	248.7	367.4	468.4	561.2	649.5
7	290.5	424.3	276.6	405.3	513.1	270.4	396.9	503.1	600	286.9	392.1	497.5	593.7	684.7
8	309.2	450	294.3	429.5	541.9	287.7	420.5	531.1	631.3	283.9	415.3	525	624.5	718.1
9	326.9	474.3	311	452.5	569.2	304	442.8	557.7	661.2	300	437.3	551.1	653.8	750
10	343.7	497.5	326.9	474.3	595.3	319.5	464.1	583	689.7	315.2	458.3	576.1	681.9	780.6

【0070】表8：点P1が(1・dx, 1/2・dy)の時の具

【表8】

体的に設計した例

P1(1・dx, 1/2・dy)の場合

格子扁平率r

偏向段数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5
ノズル間隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
ノズル列の傾きtanθ	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
0.5			3.464	4.889	6	2.828	4	4.889	5.657	2.582	3.651	4.472	5.164	5.774
1			2.449	3.464	4.243	2	2.828	3.464	4	1.828	2.582	3.162	3.651	4.082
1.5			2	2.828	3.464	1.633	2.309	2.828	3.266	1.491	2.108	2.582	2.981	3.333
2			1.732	2.449	3	1.414	2	2.449	2.828	1.291	1.826	2.236	2.582	2.887
2.5			1.549	2.191	2.683	1.285	1.789	2.191	2.53	1.155	1.633	2	2.309	2.582
3			1.414	2	2.449	1.155	1.633	2	2.309	1.054	1.491	1.826	2.108	2.357
3.5			1.309	1.852	2.268	1.089	1.512	1.852	2.138	0.978	1.38	1.69	1.952	2.182
4			1.225	1.732	2.121	1	1.414	1.732	2	0.913	1.291	1.581	1.826	2.041
4.5			1.155	1.633	2	0.943	1.333	1.633	1.886	0.861	1.217	1.491	1.721	1.925
5			1.095	1.549	1.897	0.894	1.265	1.549	1.789	0.816	1.155	1.414	1.633	1.826

偏向段数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5
ノズル間隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
ノズル列の傾きtanθ	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
0.5			0.577	0.818	1	0.707	1	1.225	1.414	0.775	1.095	1.342	1.549	1.732
1			0.408	0.577	0.707	0.5	0.707	0.866	1	0.548	0.775	0.949	1.095	1.225
1.5			0.333	0.471	0.577	0.408	0.577	0.707	0.818	0.447	0.632	0.775	0.894	1
2			0.289	0.408	0.5	0.354	0.5	0.612	0.707	0.387	0.548	0.671	0.775	0.866
2.5			0.258	0.365	0.447	0.318	0.447	0.548	0.632	0.348	0.49	0.6	0.693	0.775
3			0.238	0.333	0.408	0.289	0.408	0.5	0.577	0.316	0.447	0.548	0.632	0.707
3.5			0.218	0.309	0.378	0.267	0.378	0.463	0.535	0.293	0.414	0.507	0.586	0.655
4			0.204	0.289	0.354	0.25	0.354	0.433	0.5	0.274	0.387	0.474	0.548	0.612
4.5			0.192	0.272	0.333	0.236	0.333	0.408	0.471	0.258	0.365	0.447	0.516	0.577
5			0.183	0.258	0.318	0.224	0.316	0.387	0.447	0.245	0.346	0.424	0.49	0.548

x方向解像度(75dpi)ノズル相当

偏向段数n	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5
ノズル間隔ky	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
ノズル列の傾きtanθ	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
0.5			150	237.2	318.2	129.9	212.1	290.5	367.4	122.5	203.1	280.6	357.1	433
1			198.4	300	389.7	167.7	259.8	343.7	424.3	156.1	244.9	326.9	406.2	484.1
1.5			237.2	351.8	450	198.4	300	389.7	474.3	183.7	280.6	367.4	450	530.3
2			270.4	398.9	503.1	225	335.4	430.8	519.6	207.7	312.2	403.9	489.9	572.8
2.5			300	437.3	551.1	249.7	367.4	468.4	561.2	229.1	341	437.3	526.8	612.4
3			328.9	474.3	595.3	270.4	398.9	503.1	600	248.7	367.4	468.4	561.2	649.5
3.5			351.8	508.7	638.4	290.5	424.3	535.8	636.4	266.9	392.1	497.5	593.7	684.7
4			375	540.8	675	309.2	450	566.2	670.8	283.9	415.3	525	624.5	718.1
4.5			398.9	571.2	711.5	328.9	474.3	595.3	703.6	300	437.3	551.1	653.8	750
5			417.6	600	746.2	343.7	497.5	623	734.8	315.2	458.3	576.1	681.9	780.6

【0071】図12に、具体的に設計した実施例の動作説明図を示す。図12は、前記図10に示した着地位置が点P1(1・dx, 0・dy)の場合であり、この場合、(数3)は $r = ((kx/ky) \cdot n)^{0.5}$ となる。

【0072】図12に、表1を参照して格子扁平率 $r=1$ 、多重書き込みなし  $n=kx$ の条件を満たす場合を探し、その例として $n=2\sim4$ のものの動作図を示す。動作図には、ノズル列の傾き、ノズル孔位置、吐出タイミング、吐出方向、インク着弾位置が示される。この条件に合う場合は、偏向段数 $n$ に応じて以下のように一通りずつしか実施することができない。図12(1)は $n=2$ 、図12(2)は $n=3$ 、図12(3)は $n=4$ の場合である。

【0073】図12(1)について、詳細に説明する。

【0074】図において、太線の丸はノズル孔201を示す。図中には隣接する2つのノズル孔が書かれている。それらの中心を通る太線の直線はノズル列方向302である。ノズル孔201は紙面下に向いている。ノズル列からと出されたインク液滴は、紙面に向こう側にある記録用紙302に表面(こちら向き)に着弾する。細線の丸は、インク液滴着弾位置703を表す。記録用紙上には、実際には書かれていない格子点を示す。ノズル列201は、ここでは紙面上側にノズル列の傾き $\theta$ を変えずに平行に移動するものとする。従って、ノズル孔201の中心は図中

の点線上を下から上に移動する。なお、ノズル孔201もインク着弾位置703も、中心位置は正確であるが大きさは発明と関係ないため、実際のものとは異なっている。

【0075】いま、図中右上のノズル孔201に注目する。ノズル孔201は、図中の吐出点N0に来た時に、図中に細線で書いたように左側に偏向吐出し、吐出されたインク液滴は格子上の点Oに着弾する。次にノズル孔201が吐出周期の1/2、すなわち点N0から上に $dy/2$ 移動した点N1に来た時に、図中に細線で書いたように右側に偏向吐出し、吐出されたインク液滴は格子上の点P1に着弾する。更にノズル孔201が吐出周期の1/2、すなわち点N1から上に $dy/2$ 移動すると吐出周期 $dy$ になるため、点N0の場合に戻り、以降これが繰り返される。点Oを原点とすると、点P1の位置は、点P1(1・dx, 0・dy)になっている。

【0076】図中左下のノズル孔においても、記録するドットデータが4ドット分y方向に下側のものになるが、前記右上のノズル孔と同様の動作が同時に行われる。以上の説明は、以後の本例の装置の動作図においても同様に成り立つため、次から説明を省略する。

【0077】本例では、75dpiのノズル孔ピッチのアレイノズルを使うため、x方向及びy方向の解像度は、それぞれの場合で(1) 335dpi ( $\tan \theta=1/2$ )、(2) 712dpi

( $\tan \theta = 1/3$ ), (3) 1237dpi ( $\tan \theta = 1/4$ ) となる。

【0078】本実施形態においては、格子扁平率 $r=1$ であり、格子が正方形になる利点、及び多重書き込みなしにより、ノズルを有効に使えるメリットがある。但し、本発明の条件を満たし、さらに格子扁平率 $r=1$ で、かつ多重書き込みなしの条件を満たすとすると、条件が厳しすぎて、偏向段数 $n$ に対するノズル列の設計が一通りに限られてしまう。さらに、例えば17インチ幅印刷するのに必要なノズル数を考えてみると、それぞれ、 $n=2$ の時2848ノズル、 $n=3$ の時4035ノズル、 $n=4$ の時5257ノズルとなる(走査線数を偏向段数 $n$ で割る)。従って、必要なノズル数の低減を狙って偏向段数 $n$ を増やしても、解像度が上がるばかりでノズル数削減にはならないという欠点がある。

【0079】以下に、格子扁平率 $r=1$ の条件を緩めた場合の他の例を示す。この条件を緩めると、いろいろなノズル列の設計が可能になる。

【0080】図13に、着地位置は図12と同じく点P1( $1 \cdot dx, 0 \cdot dy$ )の場合で、かつ多重書き込みなし $n=kx$ 、の条件を満たす場合の動作説明図を示す。格子扁平率 $r=1$ の条件は抜いたかわりに、ノズル列の傾きを $\tan \theta = 1$ というように比較的大きな角度とした。この条件に合う場合は、先に示した表2から探せば良い。その例として、 $n=2 \sim 5$ までを示す。

【0081】図13(1)は $n=2, r=2$ 、(2)は $n=3, r=3$ 、(3)は $n=4, r=4$ 、(4)は $n=5, r=5$ の場合を示す。x方向の解像度はそれぞれ、212dpi, 318dpi, 424dpi, 530dpiとなるが、y方向の解像度はすべて106dpiである。

【0082】一般に、図3に示したノズル列をx方向に複数並べて長尺のノズル列を形成する場合、ノズル列自身あるいは共通電極401, 402の取り付け精度が悪くインク液滴着地位置がx方向に位置ずれする場合が多い。本例によれば、そのようにインク液滴着地位置がx方向に微妙にずれた場合の補正に有効となる。

【0083】また、このようなx・y方向の解像度のアンバランスを調整するための、別な例も考えられる。そこで以下、図10に示した点P1の位置を、y方向に移動させた別な設計例を用いて詳細を説明する。

【0084】図14に、前記図10に示した着地位置が点P1( $1 \cdot dx, 1 \cdot dy$ )の場合の動作説明図を示す。この場合、先述した(数3)は $r = (kx/ky) \cdot (n/(n-1))^{0.5}$ となる。前記同様、格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、その代わり多重書き込みなし $n=kx$ で、かつノズル列の傾きが $\tan \theta = 1$ の場合を示す。更に、表2を参照して、条件を満たす例のうち、 $n = 2 \sim 5$ のものを示す。

【0085】図14(1)は $n=2, r=2$ 、(2)は $n=3, r=3/2$ 、(3)は $n=4, r=4/3$ 、(4)は $n=5, r=5/4$ の場合を示す。前記同じくx方向の解像度はそれぞれ、212dpi, 318dpi, 424dpi, 530dpiとなるが、y方向の解像度は106dpi, 212dpi, 318dpi, 424dpiとなる。図14(1)は図13(1)

と同じであるが、図14(2)～(4)においては、格子扁平率 $r$ が改善されて(1に近くなって)いる。これによりx方向及びy方向にアンバランスになることを少なくできるという効果がある。

【0086】図15に、前記図10に示した着地位置が点P1( $1 \cdot dx, 2 \cdot dy$ )の場合の動作説明図を示す。この場合、(数3)は $r = (kx/ky) \cdot (n/(2n-1))^{0.5}$ となる。前記同様、格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、その代わり多重書き込みなし $n=kx$ で、かつノズル列の傾きが $\tan \theta = 1$ の場合を示す。更に、先に示した表3を参照して、条件を満たす例のうち、 $n = 2 \sim 5$ のものを示す。

【0087】図15(1)は $n=2, r=2/3$ 、(2)は $n=3, r=3/5$ 、(3)は $n=4, r=4/7$ 、(4)は $n=5, r=5/9$ の場合を示す。上記例と同じくx方向の解像度はそれぞれ、212dpi, 318dpi, 424dpi, 530dpiとなるが、y方向の解像度は318dpi, 530dpi, 742dpi, 954dpiとなり、前例とは逆にy方向の解像度の方が高くなる。

【0088】以上のように格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、着地点P1の位置をy方向に移動させると、x方向y方向の解像度のバランスを補正すると同時に、限定されてはいるがy方向の解像度の選択もある程度できるようになる効果がある。

【0089】以下、その他の例について図16～26を用いて説明する。本例では、前記図10に示した着地位置点P1がx方向に移動された場合について説明する。

【0090】図16に、前記図10に示した、着地位置が点P1( $2 \cdot dx, 1 \cdot dy$ )の場合の動作説明図をしめす。この場合、(数3)は $r = (kx/ky) \cdot (2n/(n-1))^{0.5}$ となる。前記同様、格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、その代わり多重書き込みなし $n=kx$ で、かつノズル列の傾きが $\tan \theta = 1$ の場合を示す。更に、先に示した表4を参照して、条件を満たす例 $n=3, r=3$ を示す。x方向の解像度は318dpi、y方向の解像度は106dpiであり、解像度は図13(2)の場合と同じであるが、各ノズルが記録するy方向走査線の位置が異なっている。図13(2)では、各ノズルはノズルに最も近い3本の走査線を記録している。これに対し、図16では、各ノズルは1本おきに離れた走査線を記録している。記録しなかった走査線は、それぞれ隣接するノズルで記録するようになっている。つまり各ノズルが記録する複数の走査線が分散するように記録して行く。これをここでは偏向分散記録と呼ぶ。

【0091】本例に拠れば、ノズルの特性がノズルごとにばらついた場合、図13(2)では連続する3本のy方向走査線の記録状態が変わるため、目に付くような筋むらが表れるのに対し、本例(偏向分散記録)では、ひとつのノズルで記録する走査線が集中しないため、筋むらが平均化されて全体として目立たなくなり、画質が向上する効果がある。

【0092】図17に、前記図10に示した着地位置が点P1( $2 \cdot dx, 3 \cdot dy$ )の場合の動作説明図を示す。この場

合、(数3)は $r = ((kx/ky) \cdot (2n/(3n-1)))^{0.5}$ となる。前記同様、格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、その代わり多重書き込みなし $n=kx$ で、かつノズル列の傾きが $\tan \theta=1$ の場合を示す。先に示した表5を参照して、条件を満たす例 $n=3$ 、 $r=3/4$ を示す。x方向の解像度は318 dpi、y方向の解像度は424 dpiであり、解像度は図16の場合よりy方向の解像度が高解像度化している。すなわち、前例で着地位置点P1を、y方向に移動させるとy方向解像度を変えられたが、本例でも同様の効果が得られることが分かる。

【0093】図18に、前記図10に示した着地位置が点P1(3·dx, 1·dy)の場合の動作説明図を示す。この場合、(数3)は $r = ((kx/ky) \cdot (3n/(n-1)))^{0.5}$ となる。前記同様、格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、その代わり多重書き込みなし $n=kx$ で、かつノズル列の傾きが $\tan \theta=1$ の場合を示す。表6を参照して、条件を満たす例 $n=4$ 、 $r=4$ を示す。x方向の解像度は424 dpi、y方向の解像度は106 dpiである。これは、 $n=4$ の場合に偏向分散記録した場合である。

【0094】図19に、前記図10に示した、着地位置が点P1(3·dx, 2·dy)の場合の動作説明図を示す。この場合、(数3)は $r = ((kx/ky) \cdot (3n/(2n-1)))^{0.5}$ となる。前記同様、格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、その代わり多重書き込みなし $n=kx$ で、かつノズル列の傾きが $\tan \theta=1$ の場合を示す。表7を参照して、条件を満たす例(1)  $n=2$ ,  $r=2$ 、(2)  $n=5$ ,  $r=5/3$ を示す。x方向の解像度は212 dpi, 530 dpi、y方向の解像度は106 dpi, 318 dpiである。これは、 $n=2, 5$ の場合に、偏向分散記録した場合である。

【0095】以上のように、本例に拠れば、偏向段数 $n$ が種々の場合において偏向分散記録できる。従って、ノズルの特性がノズルごとにばらついた場合でも、ひとつのノズルで記録する走査線が集中しないため、筋むらが平均化されて全体として目立たなくなり、画質が向上する効果がある。

【0096】以下、更に別の例について図20を用いて説明する。

【0097】図20に、図10に示した着地位置が点P1(1·dx, 0·dy)の場合の動作説明図を示す。格子扁平率 $r=1$ は満たすものの、多重書き込みの条件を緩めた $n>kx$ ものを示す。比較のためすべて偏向段数 $n=4$ で、ノズル列の傾きも $\tan \theta=1/4$ の場合である。図20(1)は $kx=4$ 、(2)は $kx=3$ 、(3)は $kx=2$ 、(4)は $kx=1$ の場合である。

【0098】ここで、(1)はこれまで考えてきた多重書き込みなし $n=kx$ の例である。(2)以降は $n>kx$ となり、多重書き込みをする例である。(2)は $kx=3$ の例で、ハッチングを入れた格子点位置に2つの異なるノズルからそれぞれ1つずつ計2つのインク液滴が時刻を異にして打ちこまれる。これを1部2重書込と呼ぶ。(3)

は $kx=2$ の例で、すべての格子点位置に2つの異なるノズルからそれぞれ1つずつ計2つのインク液滴が時刻を異にして打ちこまれる。これを全2重書込と呼ぶ。(4)は $kx=1$ の例で、すべての格子点位置に4つの異なるノズルからそれぞれ1つずつ計4つのインク液滴が時刻を異にして打ちこまれる。これを全4重書込と呼ぶ。

【0099】本例により多重に書きこまれたドットは、ノズル特性のばらつきが平均化されるため、筋むら等の発生が押さえられ、高画質な画像が得られる。また、高信頼性を確保するために、1回書込と多重書込みで濃度が変わらないような飽和する特性のインクを使用すれば、印刷中にノズルが多少壊れても、多重書込みしていれば、画質を劣化させない利点がある。これは多重書込みの書込み数が増えるほど飛躍的に信頼性が向上する。但し、当然解像度が犠牲となる。表1に示すように、解像度は、(1) 671 dpi, (2) 503 dpi, (3) 335 dpi, (4) 168 dpiとなり、多重書き込みのない(1)の場合に比べ、それぞれ解像度が減少している。解像度を変換する技術は公知のものが実用化されているので、必要性によってユーザが選択することになる。

【0100】次に、更に別な例を表9、図11、図21を使って説明する。

【0101】上述した例は、格子点が直交座標系に乗っている場合について検討した。ここでは非直交座標系として、蜂の巣状に変形している場合を考える。

【0102】図11に、前記したような条件1~4を考慮した着地位置P1を示す。その結果、点P1を、点P1(1·dx, 1/2·dy)とおけば良いことが分かる。

【0103】表9に、具体的に設計した例を表にして示す。それぞれ偏向段数 $n$ ( $n=2\sim6$ )、及びノズル孔間隔 $kx, ky$ を振った場合に、上記条件を満足する格子扁平率 $r$ (数3で求める)、及びノズル列の傾き $\tan \theta$ (数2で求める)、及びノズル孔間隔が75 dpi ( $D=339 \mu m$ )のアレイノズルで設計した場合のx方向解像度 $1/dx$ (dpi)を示す。y方向解像度は $1/(r \cdot dy)$ (dpi)となる。但し本例の場合、横 $dx$ 、縦 $dy$ の格子の中心にさらにドットを記録する蜂の巣構造となっているため、実質的な解像度は前記以上と考えられる。

【0104】図21に、着地位置が点P1(1·dx, 1/2·dy)の場合の動作説明図を示す。この場合、(数3)は $r = ((kx/ky) \cdot (2n/(n-2)))^{0.5}$ となる。格子扁平率 $r=1$ の条件を緩め、 $n=4$ の場合について示す。図21

(1)、(2)は $\tan \theta=1$ の場合、図21(3)、(4)は $\tan \theta=1/2$ の場合である。また、図21(1)、(3)は多重書き込みなし $n=kx$ の場合、図21(2)、(4)は全2重書込の場合である。解像度は表現が特殊となるが、図21(1)、(2)はx方向212 dpi、y方向106 dpiの格子点上及び、それら格子点の中央に記録ドットが形成される。図21(3)、(4)はx方向335 dpi、y方向335 dpiの格子点上及び、それら格子点の中央に記録ドットが形成さ



れる。

【0105】本例により、蜂の巣状にドットを記録すると、通常インク液滴による記録ドットは円形になるため、ベタ記録部において直交格子に比べてドット間の重なり及び隙間を小さくできる。近隣するドットが正三角形を形成する時に、もっとも小さくできる。これにより、ベタ記録部においてインクを均一に用紙上に付着させることができ、インク消費量を低減させると共に、にじみや流れによる画質劣化、裏映り等種々の効果が発揮される。

【0106】

【発明の効果】本発明によれば、インク液滴の帯電及び偏向電界を生成する電極をすべてのノズル孔で共通にできるため、高信頼のマルチノズルヘッドを構成できる。また、偏向吐出するインク液滴の吐出時間間隔が等間隔であるため、ノズルの最大速度で記録できる効果がある。また、ひとつの着地位置に複数のノズルからの複数のインク液滴で書きこむ、多重書き込みが可能であるため、必要に応じて信頼度を上げることができる。また、蜂の巣状の書き込みが可能であるため、円形ドットの重なり及び隙間を少なくし、インク消費量を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したインクジェット記録装置の全体構成を示すブロック図

【図2】記録ヘッド107の各ノズルの構造の一例を示す断面図

【図3】記録ヘッド107の吐出面301（オリフィスプレート212の外側）の構造を示す平面図

【図4】吐出面301と共通電極の配置及び構成を示す概略説明図

【図5】インク液滴の偏向原理を示す説明図

【図6】本偏向原理に基づく偏向結果を示す表

【図7】本記録ヘッド107を使ったエンジン部102の具体的構成を示す概念図

【図8】記録中の帯電電界E1、吐出データ112及びインク液滴着弾位置703との関を示す説明図

【図9】幾何学的条件を書き入れた説明図

【図10】点P1の具体的な位置を示す説明図

【図11】本発明の他の例における着地位置点P1の位置を示す説明図

【図12】具体的にノズル設計されたヘッドの動作説明図

【図13】着地位置が点P1(1·dx, 0·dy)の場合の動作説明図

【図14】着地位置が点P1(1·dx, 1·dy)の場合の動作説明図

【図15】着地位置が点P1(1·dx, 2·dy)の場合の動作説明図

【図16】着地位置が点P1(2·dx, 1·dy)の場合の動作説明図

【図17】着地位置が点P1(2·dx, 3·dy)の場合の動作説明図

【図18】着地位置が点P1(3·dx, 1·dy)の場合の動作説明図

【図19】着地位置が点P1(3·dx, 2·dy)の場合の動作説明図

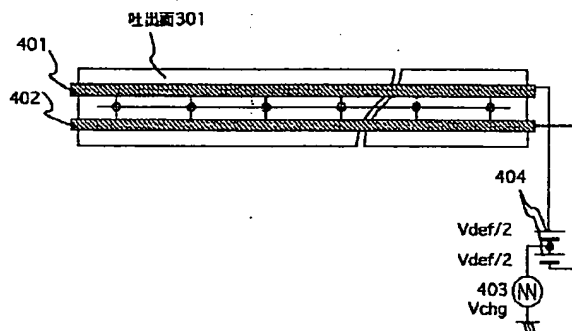
【図20】着地位置が点P1(1·dx, 0·dy)の場合の動作説明図

【図21】着地位置が点P1(1·dx, 1/2·dy)の場合の動作説明図

【符号の説明】

101…信号処理部、102…エンジン部、104…共通電極電源、105…制御装置、106…圧電素子ドライバ、107…記録ヘッド、108…用紙送り装置、109…2値のビットマップデータ、112…吐出データ、113…駆動信号、201…ノズル孔、202…加圧室、203…振動板、204…圧電素子、205…信号入力端子、206…圧電素子固定基板、207…リストラクタ、209…弾性材料、210…リストラクタプレート、211…加圧室プレート、212…オリフィスプレート、213…支持板、301…記録ヘッド107の吐出面、302…ノズル列方向、401…共通電極、402…共通電極、403…交流電源、404…直流電源、501…インク液滴、502…用紙上、701…x方向走査線、702…y方向走査線、703…着弾位置

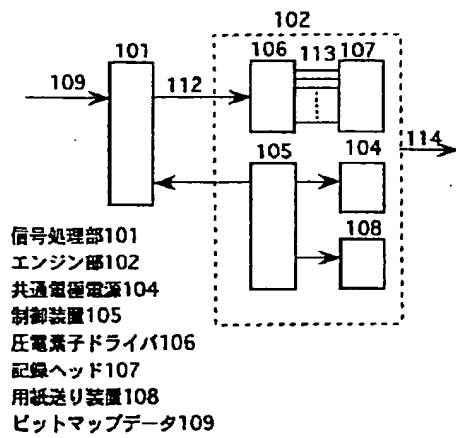
【図4】



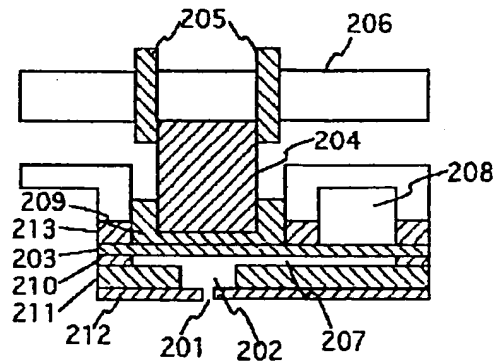
【図6】

帯電電圧Vchg (V)	偏向量c (μm)	平均速度Vav (m/sec)
200	187	2.45
100	94	2.49
0	0	2.46
-100	-94	2.38
-200	-187	2.42

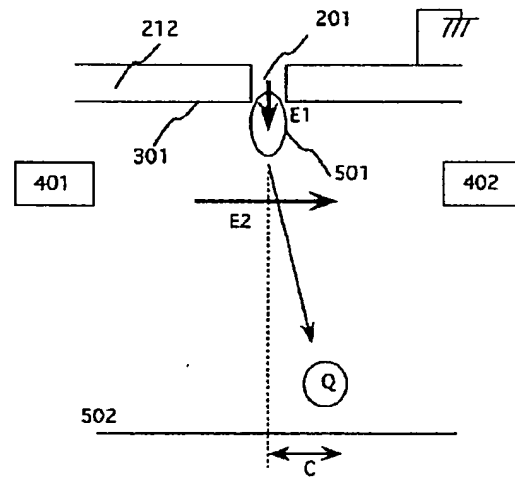
【図1】



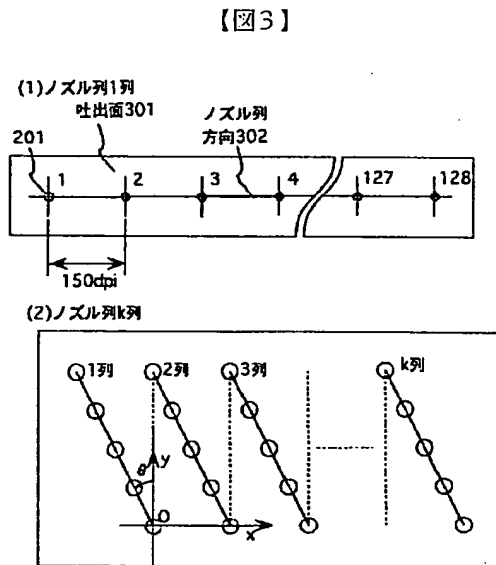
【図2】



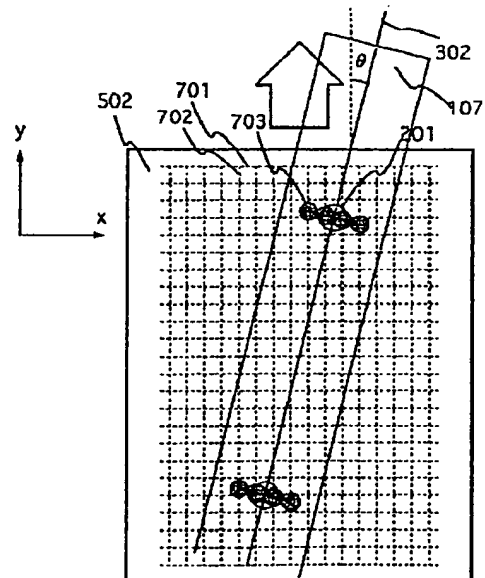
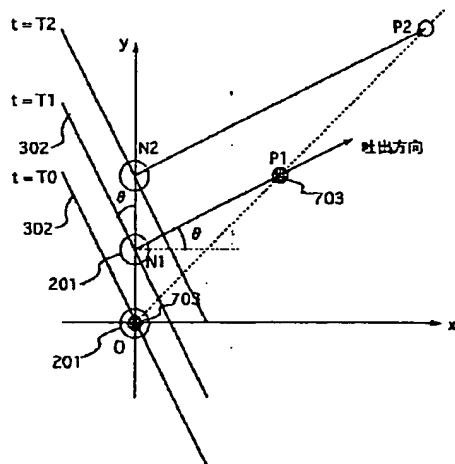
【図5】



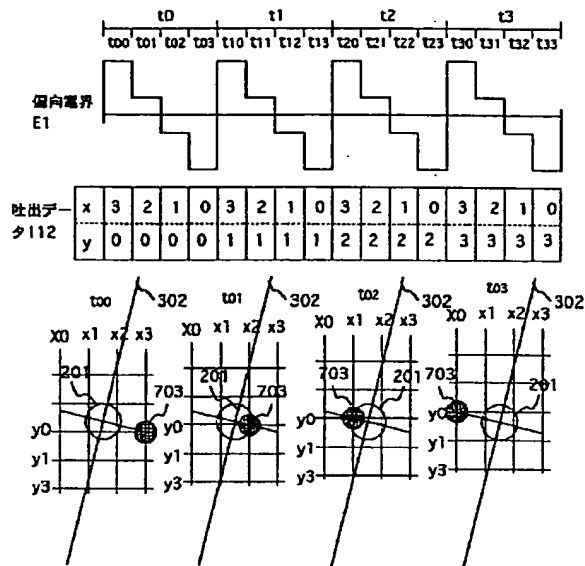
【図7】



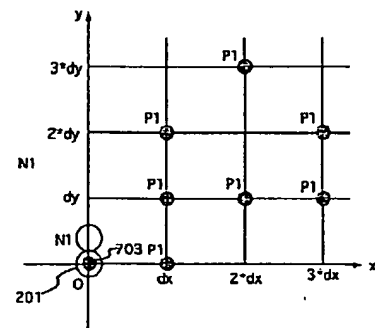
【図9】



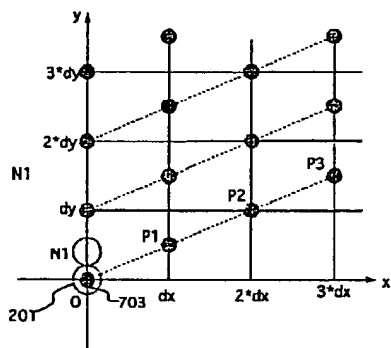
【図8】



【図10】



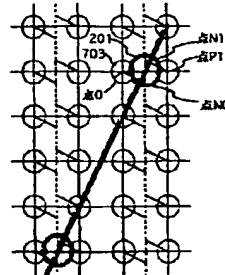
【図11】



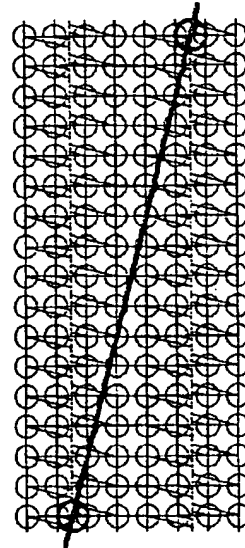
【図12】

$P(dx, 0)$ かつ $r=1$ ,  $n=kx$ の場合

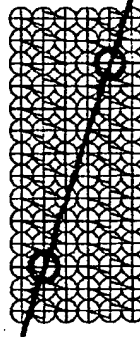
(1)  $n=2$ ,  $kx=2$ ,  $ky=4$   
 $\tan \theta = -1/2$



(3)  $n=4$ ,  $kx=4$ ,  $ky=1$   
 $\tan \theta = -1/4$

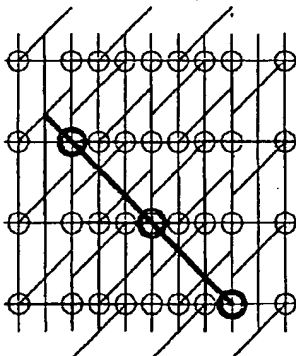


(2)  $n=3$ ,  $kx=3$ ,  $ky=1$   
 $\tan \theta = -1/3$

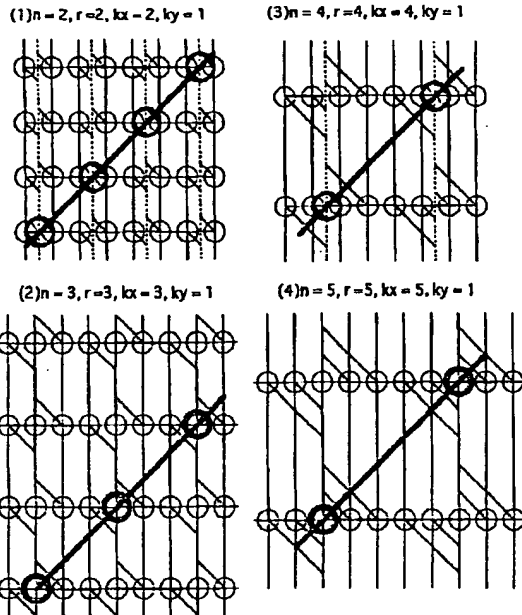


【図16】

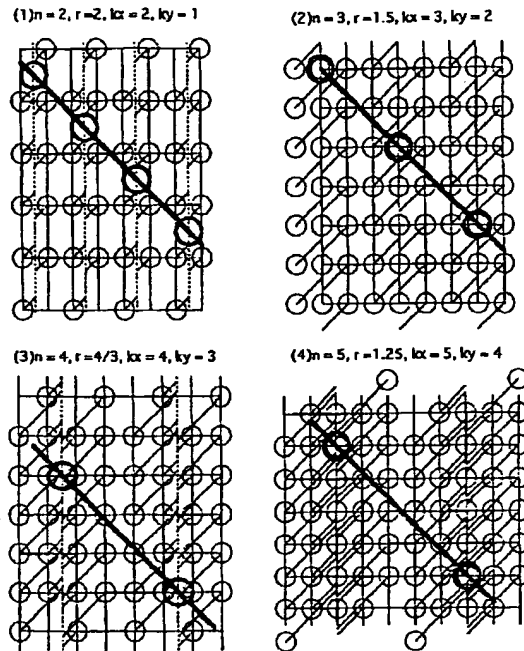
$P(2*dx, 1*dy)$ かつ $\tan \theta = 1$ ,  $n=kx$ の場合  
 $n=3$ ,  $r=3$ ,  $kx=3$ ,  $ky=1$



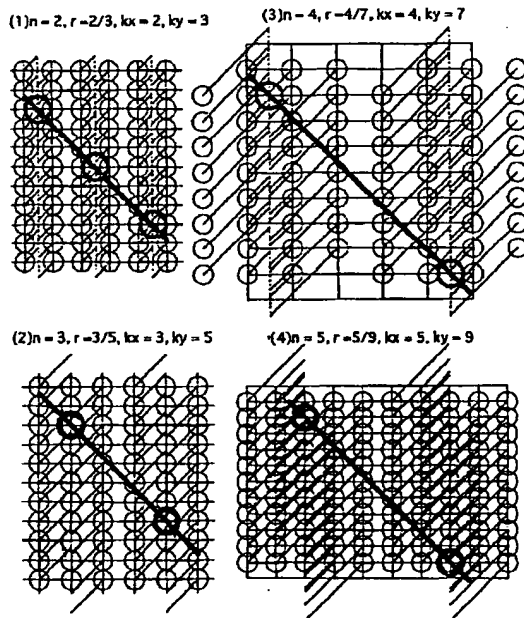
【図13】

 $P(dx, 0)$ かつ $\tan \theta = 1, n = kx$ の場合

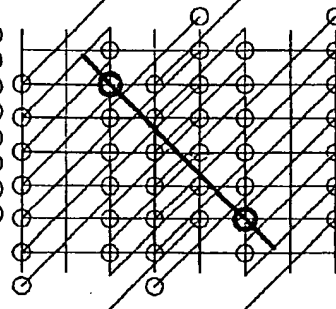
【図14】

 $P(dx, dy)$ かつ $\tan \theta = 1, n = kx$ の場合

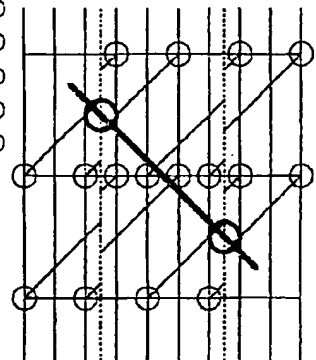
【図15】

 $P(dx, 2^*dy)$ かつ $\tan \theta = 1, n = kx$ の場合

【図17】

 $P(2^*dx, 3^*dy)$ かつ $\tan \theta = 1, n = kx$ の場合  
 $n=3, r=3/4, kx=3, ky=4$ 

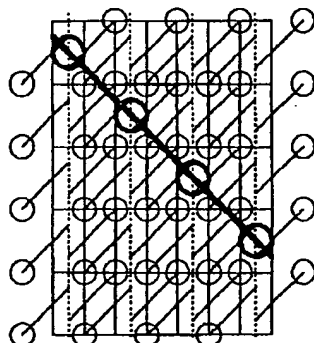
【図18】

 $P(3^*dx, 1^*dy)$ かつ  
 $\tan \theta = 1, n = kx$ の場合  
 $n=4, r=4, kx=4, ky=1$ 

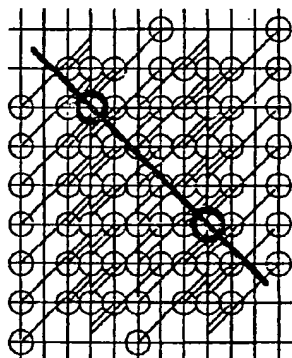
【図19】

$P(3 \cdot dx, 2 \cdot dy)$ かつ  
 $\tan \theta = 1, n = kx$ の場合

(1)  $n = 2, r = 2, kx = 2, ky = 1$



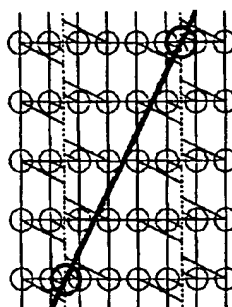
(2)  $n = 5, r = 5/3, kx = 5, ky = 3$



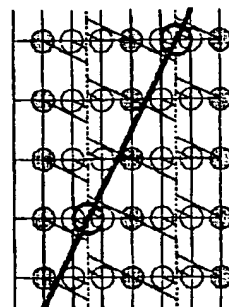
【図20】

$P(dx, 0)$ かつ  $n = 4, r = 2, \tan \theta = 1/2$ の場合

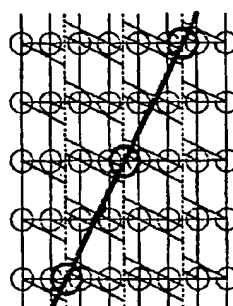
(1)  $kx = 4, ky = 4$ , 多重重複なし



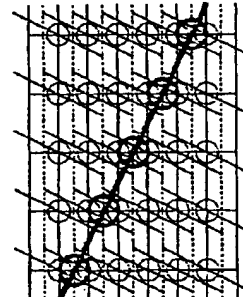
(2)  $kx = 3, ky = 3$ , 1部2重重複



(3)  $kx = 2, ky = 2$ , 全2重重複



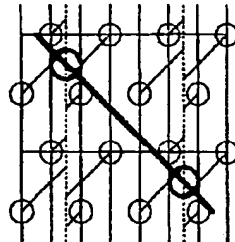
(4)  $kx = 1, ky = 1$ , 全4重重複



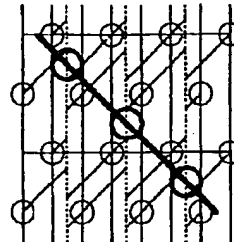
【図21】

$P(dx, 0.5 \cdot dy)$ かつ $n = 4$ の場合

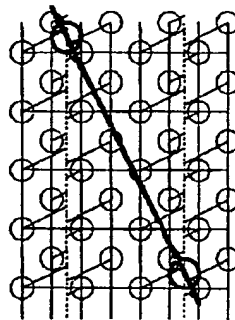
(1)  $r=4, kx=4, ky=1$   
 $\tan \theta = 1$ , 多量重畳なし



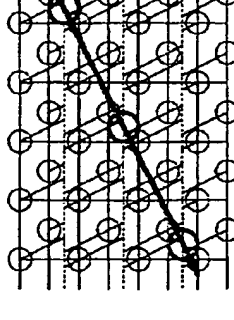
(2)  $r=4, kx=2, ky=1/2$   
 $\tan \theta = 1$ , 全2重畳



(3)  $r=2, kx=4, ky=1$   
 $\tan \theta = 1/2$ , 多量重畳なし



(4)  $r=2, kx=2, ky=1/2$   
 $\tan \theta = 1/2$ , 全2重畳



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 国雄  
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

(72)発明者 川澄 勝則  
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

(72)発明者 清水 一夫  
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工  
機株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF01 AF34 AG14 AG44 AG46  
BA04 BA13 BA14 DB05 DC10  
DC15 DE03 EA01 EC03 EC04